

Ю. В. Замараева

Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург

*suslowa.iuliya2016@yandex.ru

Научный руководитель — проф., д-р техн. наук Ю. Н. Логинов

НЕОДНОРОДНОСТЬ ДЕФОРМАЦИИ ПРИ ГЛУБОКОЙ ВЫТЯЖКЕ ДЕТАЛИ ТИПА СТАКАН ИЗ СПЛАВА АМг2М

В промышленных условиях выполнен эксперимент по установлению степени неоднородности деформации в операции глубокой вытяжки. Измерены толщины заготовок до глубокой вытяжки и после нее. Рассчитаны показатели деформации. Выявлено, что неоднородность может составлять величину до 3 %. Сформулированы гипотезы, позволяющие объяснить это явление.

Ключевые слова: глубокая вытяжка, алюминиевый сплав, степень деформации, неоднородность деформации.

Yu. V. Zamaraeva

THE INHOMOGENEITY OF DEFORMATION AT THE DEEP EXTRACT DETAILS OF STACKERS TYPE FROM AMG2M ALLOY

In industrial conditions, an experiment was performed to establish the degree of strain inhomogeneity in the deep-drawing operation. The thickness of the preforms was measured before and after deep drawing. The strain are calculated. It was found that the inhomogeneity can be up to 3 %. Hypotheses have been formulated to explain this phenomenon.

Key words: deep drawing, aluminum alloy, deformation, strain inhomogeneity.

Для математического моделирования процесса вытяжки в последнее время применяют специализированные программные продукты, например комплекс РАМ-STAMP [1, 2]. Если рассматривать полученное изделие в цилиндрической системе координат $r\varphi z$, то такой подход приводит к выводу о возможности зависимостей параметров изделия (толщины стенки и физико-механических свойств) относительно текущего радиуса r и текущей высотной координаты z . При этом предполагается, что такого типа зависимости отсутствуют отно-

сительно тангенциальной координаты φ . Такой подход применен при моделировании глубокой вытяжки в статье [3].

Для проверки сформулированной выше гипотезы применено физическое моделирование процесса: в промышленных условиях выполнены измерения при глубокой вытяжке стакана из алюминиевого сплава АМг2М. Листовую заготовку, имеющую наружный диаметр $254_{-0,1}$ мм и толщину $1_{-0,16}$ мм, смазывали веретенным маслом. В матрице имеется проточка диаметром $254,5^{+0,3}$ мм и высотой $0,9_{-0,05}$, куда и укладывали заготовку. Матрица имеет наружный диаметр 285 мм, а внутренний — $207,1^{+0,1}$ мм (наружный диаметр вытянутой детали $207_{-0,29}$). Сверху на матрицу устанавливали прижим, наружный диаметр которого совпадает с наружным диаметром матрицы. Внутренний диаметр прижима равен $205,2 \pm 0,1$ мм, а внутренний диаметр вытянутой детали — $205^{+0,29}$ мм (рис. 1).

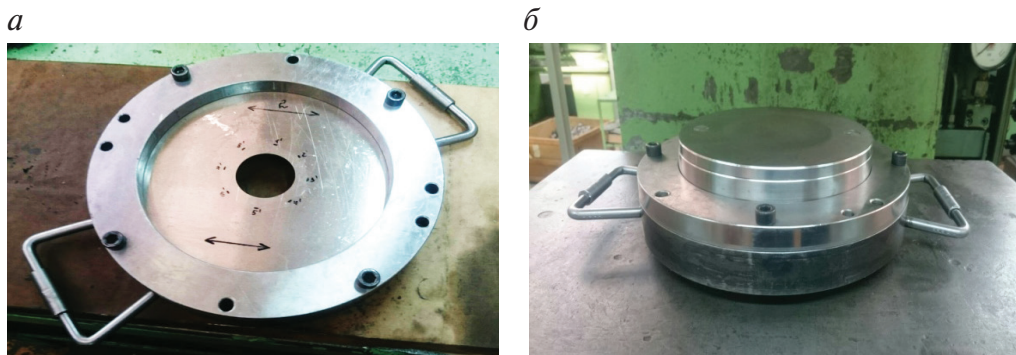


Рис. 1. Листовая заготовка с разметкой между матрицей и прижимом (а) и штамп в сборе (б)

В соответствии со схемой раскроя (рис. 2) лазерной резкой на установке TruLaser 3530 из листа получали диски, служившие заготовками.

Диски подвергали разметке по схеме (рис. 3) с учетом направления прокатки.

Измерены толщины заготовок в размеченных точках и выполнена операция глубокой вытяжки. Деталь с сохраненными размеченными точками приведена на рис. 4, а.

Далее производились измерения толщин детали в установленных точках. Выполнен расчет логарифмической деформации утолщения стенки детали относительно заготовки в точках 1–8 по формуле

$$\varepsilon = \ln \frac{\delta_1}{\delta_0}, \quad (2)$$

где δ_0 — толщина заготовки, δ_1 — толщина детали.

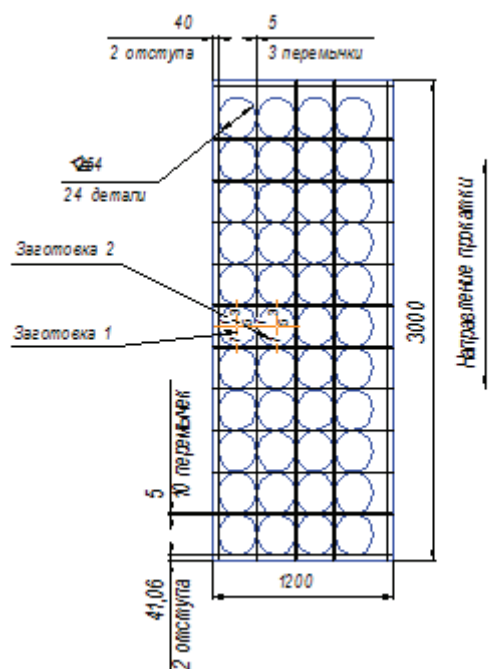
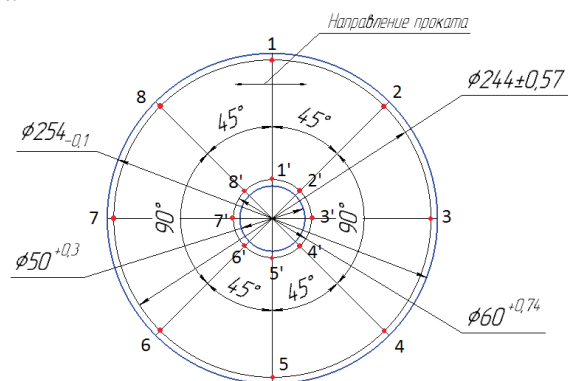


Рис. 2. Схема раскроя листового проката

а



б

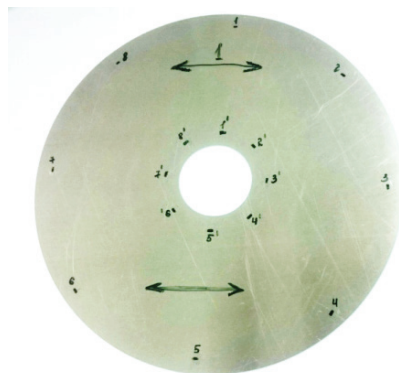


Рис. 3. Схема разметки (а) и размеченная заготовка (б)

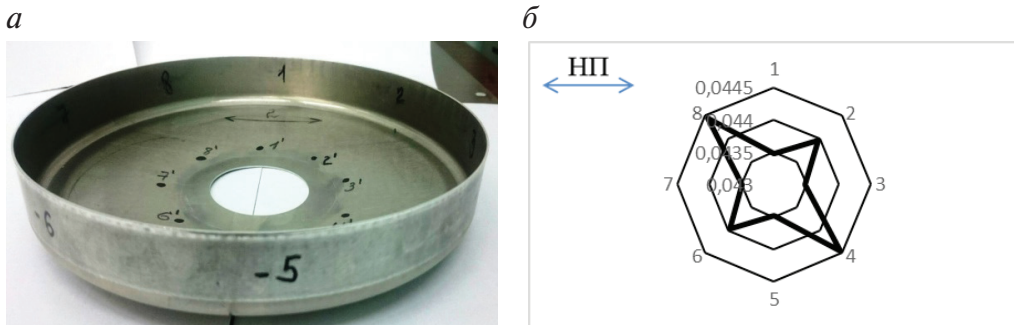


Рис. 4. Деталь с сохраненными размеченными точками (а) и диаграмма распределения логарифмической деформации по тангенциальной координате (б), НП — направление прокатки

Результаты расчета показаны на рис. 4, б. Как видно из диаграммы, степень деформации распределяется неравномерно относительно тангенциальной координаты, причем отклонение составляет около 3 %. Это приводит к получению разнотолщинности стенки готового изделия. Ниже сформулированы гипотезы, объясняющие это явление.

- Влияние неоднородности механических свойств по длине и ширине исходного проката.
- Влияние неоднородности структуры сплава, на что указывалось в публикации [4].
- Применительно к термоупрочняемым алюминиевым сплавам даже при линейном напряженном состоянии, характерном для правки растяжением, поперечные размеры заготовки по ее длине могут получаться разными, на что указывается в статье [5].
- Если рассматривать нетермоупрочняемые сплавы системы алюминий—магний, то для них характерна неоднородность структуры, унаследованная от степени полноты рекристаллизационных процессов при горячей прокатке [6].

Выводы. При проведении физического моделирования процесса глубокой вытяжки стакана из алюминиевого сплава выявлена неоднородность степени деформации по тангенциальной координате. Сформулированы гипотезы, позволяющие объяснить это явление.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ершов А. А. Оптимизация начальной формы заготовки в РАМ-STAMP 2G / А. А. Ершов, В. В. Котов, Ю. Н. Логинов // Металлург. 2012. № 4. С. 32–35.
- 2 Ершов А. А. Изучение с помощью программы РАМ-STAMP влияния состояния поставки материала на формуеть при штамповке / А. А. Ершов, Ю. Н. Логинов // Металлург. 2014. № 3. С. 38–41.

- 3 Исследование деформационных характеристик и структуры сплава ПЛН-4,5 при изготовлении полых заготовок методом глубокой вытяжки / Б. И. Каменецкий [и др.] // Цветные металлы. 2007. № 8. С. 51–53.
- 4 Логинов Ю. Н. Моделирование деформированного состояния круглой пластины при вытяжке / Ю. Н. Логинов, Б. И. Каменецкий, Г. И. Студенок // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2006. № 3. С. 26–28.
- 5 Логинов Ю. Н. Влияние структуры прессованной полосы алюминиевого сплава 6061 на изменение ее поперечных размеров при правке растяжением / Ю. Н. Логинов, С. П. Буркин, В. В. Сапунжи // Цветные металлы. 2002. № 7. С. 71–74.
- 6 Взаимосвязь кристаллографических ориентировок зерен при горячей деформации и рекристаллизации в алюминиевом сплаве АМг6 / Г. М. Русаков [и др.] // Металловедение и термическая обработка металлов. 2014. № 12 (714). С. 15–21.